昆虫学报 Acta Entomologica Sinica，October 2002，45（5）：603－610 ISSN 0454-6296

毒死蜱与阿维菌素增效混配制剂对斑潜蝇属害虫的防治效果

曾益良[1]，康 乐[1]，秦小薇[1]，王大生[2]，张文吉[3]，王 杰[4]，王同顺[5]，廖淙族[6]

（1.中国科学院动物研究所，农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室，北京 100080；
2.中国科学院农业项目办公室，北京 100864；3.中国农业大学应用化学学院，北京 100094；
4.青岛农药厂，青岛 266021；5.山东青州植保站，青州 262500；
6.中国农业科学院济民生物环境公司，北京 100081）

摘要：通过有机磷杀虫剂毒死蜱与生物源农药阿维菌素混配制剂对美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* 室内毒力实验，测定共毒系数为 165～234，处于明显增效范围内。据此确定最佳配比和次佳配比，配制该增效混剂 30%渗透型可湿性粉剂-1 和-2，在山东防治美洲斑潜蝇幼虫的田间试验表明药效优良。制剂用量 50 g/667m^2 药后 3，7，11 天，两可湿粉的校正防效分别为 90.43%～91.71%和 87.09%～90.53%，可湿粉-1 用量 25 g/667m^2 防效为 85.96%～88.28%，可湿粉-2 用量 37.5 g/667m^2 相应校正防效为 84.01%～85.38%，两增效混剂防治斑潜蝇速效性和持效性皆佳，成本有所下降，且对南美洲斑潜蝇 *L. huidobrensis* 亦有较好防效。使用可湿粉与乳油相比较可减少投放入环境的化学品数量。

关键词：斑潜蝇；防治；毒死蜱；阿维菌素；增效；混剂

中图分类号：Q965.9 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296（2002）05-0603-08

The efficacy of the synergistic mixtures of chlorpyrifos and abamectin in controlling leafminers *Liriomyza* spp.

ZENG Yi-Liang[1]，KANG Le[1]，QIN Xiao-Wei[1]，WANG Da-Sheng[2]，ZHANG Wen-Ji[3]，WANG Jie[4]，WANG Tong-Shun[5]，LIAO Cong-Zu[6]（State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents，Institute of Zoology，Chinese Academy of Sciences，Beijing 100080，China；2.Office of Agricultural Projects，Chinese Academy of Sciences，Beijing 100864，China；3.College of Applied Chemistry，China Agricultural University，Beijing 100094，China；4.Qingdao Pesticide Factory，Qingdao 266021，China；5.Plant Protection Station of Qingzhou City，Shandong Province，Qingzhou 262500，China；6. Qimin Company of Biological Environment Technology，Beijing 100081，China）

Abstract：The co-toxicity co-efficiency（CTC）of a series of mixtures of abamectin as a biological pesticide，and chlorpyrifos as a phosphate insecticide with low toxicity to mammals，were determined with respect to the leafminer *Liriomyza sativae*. CTC of these mixtures was equal to 165－234 and within a range of marked synergism. According to the maximum and submaximum of proper proportions of chlorpyrifos to abamectin，two synergistically mixed，30% permeated formulations，WP-1 and WP-2，were manufactured. Field trials showed that both compounds were highly effective in controlling *L. sativae* larvae. At an application rate of 50 g/667m^2，the corrected mortalities of WP-1 and WP-2 after 3，7 and，11 days were 90.43%－91.71% and 87.09%－90.53% respectively；at 25 g/667m^2，the corresponding control effects of WP-1 were 85.96%－88.28%；and at 37.5 g/667m^2，the corrected mortality of WP-2 was 84.01%－85.38%. These synergistic mixtures were fast acting，had good residual performance and were economical to use. In addition，30% WP-1 was also effective in controlling *L. huidobrensis*. The advantage of using WP over EC is that less toxic substances are released into the environment.

Key words：*Liriomyza* spp.；control；chlorpyrifos；abamactin；synergism；mixture

---

基金项目：国家应急项目（96-005-01-12）和中国科学院重点项目（NK96-05-31）

第一作者简介：曾益良，男，1942 年 3 月生，研究员，博士生导师，从事农药生物化学研究，E-mail：zengyl@panda.ioz.ac.cn

收稿日期 Received：2002-04-09；接受日期 Accepted：2002-06-14

斑潜蝇（*Liriomyza* spp.）对国内蔬菜瓜果的危害始于20世纪90年代初中期（康乐，1999）。其由南向北蔓延，现已发展上升为我国蔬菜主要害虫之一。近几年来随着蔬菜种植面积大幅度增长，蔬菜已成为我国第二大作物，对斑潜蝇的有效防治更引人瞩目。在我国北方地区危害的斑潜蝇属害虫主要是美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* Blanchard，而西南诸省主要危害种类是南美斑潜蝇 *Liriomyza huidobrensis*。作者在从事新农药开发性研究和新农药化合物化学结构与生物活性关系研究（曾益良，1995），对卫生害虫家蝇 *Musca domestica* 有效防治新药筛选的基础上（高锦亚和曾益良，1995；严炳丽等，2001），参考国外防治用药情况（Cox *et al*.，1995；Gail，1987；Leibee，1988），针对这一日趋严重危害的蔬菜害虫，对其有效防治的新农药新制剂进行了开发性研究。

作者于20世纪90年代中期承担国家应急项目"危险性检疫害虫美洲斑潜蝇的发生规律和防治策略研究"药剂防治部分，经3年时间已经进行了包括化学农药和生物农药在内的各类杀虫剂单剂50多个品种药效筛选试验，从中选出了一批防治效果好的杀虫剂单剂品种（曾益良，2001）。但也发现，美洲斑潜蝇对部分化学杀虫剂如某些有机磷类杀虫剂抗药性增长较快，而微生物源杀虫剂阿维菌素前期乃至前中期药效不够理想且成本昂贵。为了克服单剂的缺陷，筛选对美洲斑潜蝇药效优良、并对南美斑潜蝇亦能有效防治的药剂，降低制剂成本，作者尝试将化学农药毒死蜱与生物源农药阿维菌素混配并辅以渗透助剂，从两元单剂的不同配比找出最佳增效配比，以确定混配制剂配比组分。本文叙述毒死蜱与阿维菌素渗透型可湿性粉剂对美洲斑潜蝇的防治效果，并以相同配比的渗透型乳油作为参比混剂。

1 材料与方法

1.1 混剂原料

微生物源农药96.5%阿维菌素原药，由浙江海门化工有限公司提供。92.1%毒死蜱原药，由江苏宝灵化工有限公司提供。毒力测定的单剂和混剂采用TritonX-100为乳化剂，使用丙酮为溶剂。京四渗透助剂（有机磷专用），由中国农科院齐民生物环境公司提供。30%毒死蜱•阿维菌素混配制剂渗透型可湿性粉剂（WP），由中科院动物所确定配方，委托齐民公司以改进技术加工配制。30%毒死蜱•阿维菌素乳油（EC）由中科院动物所配制。

1.2 生物活性测定

1.2.1 美洲斑潜蝇的室内活性测定：（1）供试昆虫：以室内长期饲养的美洲斑潜蝇敏感品系为对象，以盆栽土培豆苗为饲养基质，室内温度25±1℃，实验时以1～3龄幼虫作材料。（2）致死中浓度（LC_{50}）和共毒系数（CTC）的测定：采用浸叶法，将供试药剂稀释成5个浓度梯度，将具有存活斑潜蝇幼虫的叶片在药液中浸泡2 s，滤纸吸干后叶片置入恒温保湿的培养皿内，48 h后检查死亡率。每个处理取10片豆叶，每个处理3次重复，每一重复取用10～15头幼虫。将数据输入计算机分析，按生物统计常规计算方法，列出毒力回归方程。计算出单混剂的致死中浓度（含95%置信限）和混剂的共毒系数。共毒系数（CTC）计算公式如下：

$$CTC = \frac{A \times B \times (a+b)}{M \times (A \times b + B \times a)} \times 100$$

式中：A，A药的致死中量；B，B药的致死中量；M，混剂的致死中量；a，A药在混剂中的配比；b，B药在混剂中的配比。

1.2.2 对美洲斑潜蝇的田间药效试验：（1）试验设计和施药方法：对美洲斑潜蝇的防治于1999年7月，在山东青州蔬菜种植区，寄主植物为黄瓜（盛果期）。试验设30%毒死蜱•阿维菌素可湿粉-1 18.7、25、50 g/667m^2，40%毒死蜱EC 25 g/667m^2，1%阿维菌素EC 25 g/667m^{2}和清水对照6个处理；另设30%毒死蜱•阿维菌素可湿粉-2用量25、37.5、50 g/667m^2，与上述同剂量的两个对照药剂和清水对照6个处理。4次重复，小区随机排列，小区面积为20 m^2。对南美斑潜蝇的防治于2000年9月，在四川金堂蔬菜种植区，寄主植物为豇豆（盛果期），试验设30%毒死蜱•阿维菌素乳油37.5、50 g/667m^2，30%毒死蜱•阿维菌素可湿粉-1 37.5、50 g/667m^2，对照药剂和空白同上。4次重复，小区随机排列，小区面积为30 m^2。用工农-16喷雾器均匀喷雾，兑水药液50 kg/667 m^2。

（2）调查方法和数据处理：山东试区每小区固定10株，每株固定上部2片展开叶；四川试区每小区固定10株，每株固定上部5片展开叶。施药前调查固定叶片上的活虫数，并做标记；施药后3、7、11天调查标记内活虫数和新增添活虫数，并逐次做标记。在每一标定叶上的蛀道顶端标定位

置，检查蛀道是否超过标定位置，确定幼虫是否存活。按生物统计常规计算方法，计算出虫口减退率和校正防治效果，用 DMRT 法计算同一次试验多重处理间 1%和 5%水平的差异显著性，校正防效分析前经 arcsin（x）$^{1/2}$转换。

2 结果

2.1 室内毒力测定与分析

毒死蜱与阿维菌素不同配比的混剂对美洲斑潜蝇的致死中浓度和共毒系数结果见表 1。

表 1 毒死蜱、阿维菌素及其混剂对美洲斑潜蝇的毒力*

Table 1 The toxicity of chlorpyrifos，abamectin and mixtures of these compounds to *L. sativae*

药剂 Insecticides	毒力回归式（$y=a+bx$） Regression equation	致死中浓度 LC_{50}（$\mu g/mL$）（95%置信限） Lethal media concentration（95% CL）	共毒系数（CTC） Co-toxicity co-efficiency
毒死蜱 chlorpyrifos	$y=2.1963+1.6384x$	53.3511（45.6804～63.4522）	—
阿维菌素 abamectin	$y=4.6173+1.4788x$	1.8472（1.4837～2.1317）	—
毒死蜱·阿维菌素 chlorpyrifos·abamectin（99:1）	$y=4.5261+1.9036x$	18.4217（14.1783～23.3894）	234
毒死蜱·阿维菌素 chlorpyrifos·abamectin（149:1）	$y=3.2015+1.3681x$	21.1784（17.4873～25.7841）	213
毒死蜱·阿维菌素 chlorpyrifos·abamectin（299:1）	$y=3.3576+1.1253x$	29.6632（21.7735 ～ 37.7341）	165

* 3 次重复 Mean of three duplicates

毒死蜱与阿维菌素以（99～299）:1 的比例进行了三个比例组分的毒力试验。测定诸混剂对美洲斑潜蝇幼虫致死中浓度（LC_{50}）和共毒系数（CTC），测得共毒系数为 165～234（表 1），表明在此两元配比范围内混配对防治斑潜蝇有明显的增效作用，尤其是该有机磷与阿维菌素 99:1 和 149:1 范围内更为显著。

制剂根据最佳增效配比、成本核算、市场销售、习惯用药量等影响因数，最终确定共毒系数为 234 的 99:1 配方为最佳增效比，配制相应制剂 30%毒死蜱·阿维菌素渗透型可湿性粉剂-1。确定共毒系数 213 的 149:1 配方为次佳增效比，配制相应毒死蜱·阿维菌素混剂可湿性粉剂-2。

2.2 对美洲斑潜蝇的防治效果

毒死蜱与阿维菌素可湿性粉剂对美洲斑潜蝇田间防治效果见表 2。

药效试验结果表明，一定单位面积用量范围内，可湿粉-1 和-2 以药后 3、7、11 天校正防治效果衡量，对斑潜蝇防效显著优于毒死蜱和阿维菌素乳油两个单剂，例如该混剂-1 和-2 用量为 50 g/667m^2，药后 3、7、11 天其校正防效分别为 90.43%、91.17%、91.71% 和 87.09%、89.29%、90.53%，可湿粉-1 用量为 25 g/667m^2，相应防效为 88.28%、85.99%、85.96%，可湿粉-2 用量为 37.5 g/667m^2，相应防效为 84.88%、85.38%、84.01%。两个对照药剂中，40%毒死蜱 EC 用量为 25 g/667m^2，相应防效分别为 76.03%、76.17%、75.51%和 75.95%、76.10%、76.32%，1%阿维菌素 EC 相同用量相应防效分别为 67.03%、90.75%、91.22%和 65.34%、89.45%、89.91%。混剂可湿粉-1 单位面积用量即使低至 18.7 g/667m^2 和可湿粉-2 用量低至 25 g/667m^2 时，其相应防效虽不够理想，分别为 80.52% ～ 81.67% 和 79.29% ～ 81.03%，但仍显著优于对照药剂 40%毒死蜱 EC 25 g/667m^2 药后 3、7、11 天防效和 1%阿维菌素 EC 25 g/667m^2 药后 3 天的防效。如以 85%校正防效作为药效优良的衡量标准，在使用量为 25～50 g/667m^2 范围内，该混剂两个可湿粉剂型总体表现为药效优良，故在推广应用中 30%毒死蜱·阿维菌素渗透型可湿粉剂适宜用量为 25～37.5～50 g/667m^2。以上数据表明 30%毒死蜱·阿维菌素可湿粉防治美洲斑潜蝇速效性和持效性皆佳。

表2 30%毒死蜱·阿维菌素 WP 对美洲斑潜蝇的防治效果(山东青州，2000)*

Table 2 Efficacy of 30% chlorpyrifos·abamectin WP to *L. sativae* in fields (Qingzhou, Shandong Province, 2000)

药剂 Treatment	用量 Application rate (g/667m²)	药前基数 Number of lavae counted	残虫数 Surviving individuals			虫口减退率(%) Rate of decline(%)			校正防效(%) Corrected mortality(%)		
			3 d	7 d	11 d	3 d	7 d	11 d	3 d	7 d	11 d
30%毒死蜱·阿维菌素 WP-1	50	215.25	21.50	20.50	19.75	90.01	90.48	90.82	90.43 ± 1.34 a A	91.17 ± 1.64 a A	91.71 ± 1.69 a A
30% chlorpyrifos·abamectin WP-1	25	226.75	27.75	34.25	35.25	87.76	84.90	84.45	88.28 ± 2.35 a A	85.99 ± 0.81 b B	85.96 ± 1.65 b B
	18.7	208.75	42.00	41.25	45.00	79.88	80.24	78.44	80.73 ± 1.91 b B	81.67 ± 1.26 c C	80.52 ± 2.14 c C
40%毒死蜱 EC	25	225.75	56.50	58.00	61.25	74.97	74.31	72.87	76.03 ± 1.57 c C	76.17 ± 0.55 d D	75.51 ± 0.69 d D
40% chlorpyrifos EC											
1% 阿维菌素 EC	25	220.75	76.00	22.00	21.50	65.57	90.03	90.26	67.03 ± 0.51 d D	90.75 ± 1.33 a A	91.22 ± 1.57 a A
1% abamectin EC											
CK		222.00	230.50	238.00	244.50						
30%毒死蜱·阿维菌素 WP-2	50	144.25	19.25	16.50	15.25	86.66	88.56	89.42	87.09 ± 0.84 a A	89.29 ± 1.61 a A	90.53 ± 1.67 a A
30% chlorpyrifos·abamectin WP-2	37.5	143.00	22.50	22.50	24.00	84.38	84.38	83.33	84.88 ± 1.25 b B	85.38 ± 0.93 b B	84.01 ± 1.56 b B
	25	139.25	27.75	29.75	29.00	80.93	77.95	79.17	80.93 ± 1.06 c C	79.29 ± 1.84 c C	81.03 ± 2.03 b B
40%毒死蜱 EC	25	141.75	34.50	35.75	37.00	75.17	74.78	73.83	75.95 ± 0.67 d D	76.10 ± 1.64 d C	76.32 ± 2.46 c C
40% chlorpyrifos EC											
1% 阿维菌素 EC	25	144.50	51.75	15.25	14.75	64.19	89.45	89.79	65.34 ± 0.82 e E	89.45 ± 0.97 a A	89.91 ± 2.91 a A
CK		142.75	147.50	152.50	158.00						

* 试验数据为4次重复的平均值。处理之间的显著性用“DMRT”法检测，同列数据之间差异显著性比较，小写字母代表 $P = 0.05$ 水平，大写字母代表 $P = 0.01$ 水平，字母相同者表示差异不显著，下同

Mean of four duplicates. Data were analyzed with Duncan's multiple range test between treatments. Values followed by a different capital letter in the same column are significantly different at $P < 0.01$; Values followed by a different small lower case letter are significantly different at $P < 0.05$. The same for the following tables

2.3 相同含量和配比的混剂不同剂型的防治效果比较

毒死蜱与阿维菌素混配总含量和配比比例相同的不同剂型，即30%渗透型EC和30%渗透性WP对美洲斑潜蝇防治效果的比较见表3。

30%毒死蜱•阿维菌素乳油使用量为50 g/667m²，在山东药后3、7、11天校正防效为92.23%～93.40%，同样使用量可湿粉-1相应防效为90.43%～91.71%。使用量25 g/667m² 时乳油防效为89.93%～91.54%，可湿粉-1相应防效分别为85.96%～88.28%。这两个不同制剂在相同使用量的一定范围内对美洲斑潜蝇大体上均药效优良。

从表3可以看出，30%毒死蜱•阿维菌素乳油制剂对斑潜蝇的防治效果大体上等同30%可湿粉制剂-1，30%混剂乳油和可湿粉-1用量低至18.7 g/667m² 时，两地药后3～11天防效分别为83.81%～86.15%和80.73%～80.52%，该使用剂量已不适用于美洲斑潜蝇的防治。

2.4 对南美斑潜蝇的防治效果

毒死蜱与阿维菌素混剂对南美斑潜蝇田间防治效果见表4。

30%毒死蜱•阿维菌素可湿粉-1对美洲斑潜蝇的防治效果见表3。由于多种因素造成南美斑潜蝇的防治难度高于美洲斑潜蝇，参照西南诸省植保部门认同，药效较好实际可行的衡量基准为校正防效60%。据此30%毒死蜱•阿维菌素可湿粉-1可用于有效防治南美斑潜蝇。一定用量范围内药后3～11天对南美斑潜蝇的防效大体上均显著优于对照药剂毒死蜱和阿维菌素乳油两个单剂。例如该混剂用量为50 g/667m²，其校正防效为61.24%～69.23%，用量为37.5 g/667m² 相应防效为54.07%～63.96%。两个对照药剂中，40%毒死蜱EC用量为50 g/667m²，相应防效为47.39%～53.33%；1%阿维菌素乳油用量为37.5 g/667m²，相应防效为19.75%～68.42%。该混剂与参比药剂30%毒死蜱•阿维菌素乳油防治效果相比较，30%毒死蜱•阿维菌素乳油用量为50 g/667m²，相应防效为61.80%～73.08%；用量为37.5 g/667m²，相应防效为55.71%～66.30%。毒死蜱•阿维菌素混剂这两个剂型总体上对南美洲斑潜蝇药效相似，虽然相同用量乳油的同期药效大体上存在优于可湿粉的趋势，但两者差异总体上并不显著。在推广应用中，30%毒死蜱•阿维菌素混剂可湿粉-1防治南美斑潜蝇适宜用量为37.5～50 g/667m²。

表3 30%毒死蜱•阿维菌素乳油与其可湿性粉剂对美洲斑潜蝇防治效果的比较（山东青州）*

Table 3 Comparison of effectiveness of 30% chlorpyrifos•abamectin EC and WP in controlling a field population of *L. sativae*（Qingzhou，Shandong Province）

药剂 Treatment	用量 Application rate（g/667m²）	校正防效（%） Corrected mortality（%）		
		3 d	7 d	11 d
30%毒死蜱•阿维菌素 EC	50	92.23 ± 1.62	93.22 ± 1.47	93.40 ± 1.11
30% chlorpyrifos•abamectin EC	25	89.93 ± 0.91	91.10 ± 0.55	91.54 ± 0.57
	18.7	83.81 ± 0.89	86.09 ± 1.67	86.15 ± 0.81
30%毒死蜱•阿维菌素 WP-1	50	90.43 ± 1.34	91.17 ± 1.64	91.71 ± 1.69
30% chlorpyrifos•abamectin WP-1	25	88.28 ± 2.35	85.99 ± 0.81	85.96 ± 1.65
	18.7	80.73 ± 1.91	81.67 ± 1.26	80.52 ± 2.14

* 4次重复的平均值，寄主是黄瓜 Mean of four duplicates. Host plant was cucumber

3 讨论

3.1 二元增效混配制剂

针对斑潜蝇日趋严重的危害，自90年代中期作者开始以斑潜蝇为防治对象，对低毒化学农药和生物农药作了系统的单剂药效筛选。在单剂筛选的基础上，选用各类常用低毒化学杀虫剂与生物源农药阿维菌素以不同配比混配并酌加渗透助剂，通过室内毒力试验和田间药效试验，筛选出一系列对斑潜蝇防治药效优良而生产成本较低或适中的一定配比的二元增效制剂，克服了单剂的不足。本文叙述毒死蜱与阿维菌素渗透型可湿性粉剂对美洲斑潜蝇的防治效果，并以相同配比的渗透型乳油作为参比混剂。其它混剂结果将另文报道。

3.2 不同剂型的选择使用对环境保护的影响

表3结果看相同含量乳油和可湿性粉剂对斑潜蝇防治效果基本相同，由于乳油使用了大量的有机

表 4 30%毒死蜱·阿维菌素 WP 和 EC 对南美斑潜蝇的防治效果(四川金堂, 2000)*

Table 4 Effectiveness of 30% chlorpyrifos·abamectin WP and EC in controlling a field population of *L. huidobrensis* (Jintang, Sichuan Province, 2000)

药剂 Treatment	用量 Application rate (g/667m²)	药前基数 Number of lavae counted	残虫数 Number surviving larvae			虫口减退率(%) Rate of decline(%)			校正防效(%) Corrected mortality(%)		
			3 d	7 d	11 d	3 d	7 d	11 d	3 d	7 d	11 d
30% 毒死蜱·阿维菌素 EC	50	160.50	60.75	56.00	45.25	62.15	65.11	71.81	61.80 ± 1.01 a A	65.86 ± 1.64 a A	73.08 ± 0.52 a A
30% chlorpyrifos·abamectin EC	37.5	174.25	76.50	66.25	61.50	56.10	61.98	64.70	55.71 ± 0.67 b B	62.81 ± 1.94 b AB	66.30 ± 2.73 b B
30% 毒死蜱·阿维菌素 WP-1	50	157.50	60.50	57.25	50.75	61.58	63.65	67.78	61.24 ± 0.78 a A	64.44 ± 0.75 a A	69.23 ± 1.14 b B
30% chlorpyrifos·abamectin WP-1	37.5	175.75	80.00	71.50	64.75	54.48	59.31	63.15	54.07 ± 0.91 b B	60.02 ± 2.43 b B	63.96 ± 2.16 c C
40% 毒死蜱 EC	50	175.00	91.25	83.25	99.25	47.86	52.43	43.42	47.39 ± 1.24 c C	53.33 ± 1.77 c C	45.98 ± 1.48 d D
40% chlorpyrifos EC											
1% 阿维菌素 EC	37.5	172.25	137.00	111.75	57.50	20.46	35.12	66.91	19.75 ± 1.17 d D	36.53 ± 1.36 d D	68.42 ± 2.96 b B
1% abamectin EC											
CK		169.00	167.50	172.75	177.00						

* 试验数据为 4 次重复的平均值,寄主为豇豆 Mean of four duplicates. The host plant was cowpea

溶剂，给农田使用环境造成了一定程度的污染，故而逐步限制使用乳油这一传统剂型也将于近期列入我国农药化工管理部门议事日程，而渗透型的可湿型粉剂用对环境基本无害的无机加工材料作为分散载体，有利于环境保护，应发展包括新型可湿粉在内的多种环保新制剂。

3.3 扩展杀虫谱

30%毒死蜱•阿维菌素可湿粉经农药毒理学特性中之急性毒性测定，急性经口致死中量 LD_{50} 为 615～621 mg•kg $^{-1}$ 大白鼠，急性经皮致死中量 LD_{50} ＞2 150 mg•kg $^{-1}$ 大白鼠，属于低毒农药制剂，使用安全，特别适合于蔬菜、水果、烟草、油料和药材等经济作物的害虫防治。且制剂稳定性高，按农业部农药检定所对农药登记的要求，测试该混剂冷贮和热贮分解率在正常容许范围内。此混剂持效期适中，施药后药效高峰期为药后 10～15 天，整个有效残效期为 25 天左右，故既能维持中程优良药效，又能及时降解，有利于环境保护（王福祥等，1998；Cox *et al*.，1995）。

本混配制剂除用于防治斑潜蝇属害虫的有效防治外。针对我国蔬菜主要害虫如甜菜夜蛾、小菜蛾、菜青虫，也可用于上述害虫的有效防治。特别是笔者已进行了包括毒死蜱•阿维菌素混剂在内的各类低毒化学杀虫剂和阿维菌素混配制剂对甜菜夜蛾防治效果的比较试验。药剂筛选的结果表明 30%毒死蜱•阿维菌素混剂对该害虫药效优良，试验结果将另文发表。

3.4 有效防治斑潜蝇新农药开发研究

阿维菌素作为防治斑潜蝇的主打药使用时间已较长，在我国部分地区由于长期单一使用特别是在南方其防治效果已有所下降（王福祥等，1998；马安勤，2000）。作为延缓斑潜蝇对该药抗药性的增长措施，选取某些低毒化学农药与阿维菌素增效混配形成高效低毒安全的复合生物农药无疑是重要措施之一。另一方面采取生物农药中的仿生合成生物化学农药，如昆虫生长调节剂几丁质抑制剂苯甲酰脲结构的氟虫脲（卡死克）和三嗪化合物灭蝇胺局部替代阿维菌素，并选取上述仿生合成的生物化学农药与某些中低毒化学杀虫剂增效混配已列入笔者的研究内容之中。例如所作毒死蜱与卡死克的混配制剂对斑潜蝇防治田间试验，结果证明该混剂防治效果较好，结果将另文发表。此外毒死蜱的同系物甲基毒死蜱也属于低毒农药，也可考虑用于斑潜蝇的有效防治。多元化的科学用药格局有利于斑潜蝇属害虫的持续性治理。

致谢 王成菊副教授参与室内毒力试验，青岛农药厂提供财政支持，特此致谢。

参 考 文 献 （References）

Cox D L，Bemick M D，Lasota J A，Dybas R A，1995. Toxicity of avermectin to *Liriomyza trifolii*（Diptera：Agromyzidae）larvae and adults. *J. Econ. Entomol*. 88（5）：1 415－1 419.

Gai A M，Johnson J W，1987. Susceptibility of *Liriomyza sativae* and *L. trifolii*（Diptera：Agromyzidae）to permethrin and fenvalerate. *J. Econ. Entomol*.，80（6）：1 262－1 266.

Gao J Y，Zeng Y L，1995. Toxicity of methomyl to housefly and mammal. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*，6（5）：344－348.［高锦亚，曾益良，1995. 灭多威对家蝇的毒力桨对动物的毒性. 中国媒介生物学及控制杂志，6（5）：344－348］

Gao J Y，Zeng Y L，1995. The toxicity of some N-methylmono- and disubstituted carbamates to housefly. *Chinese Journal of Hygienic Insecticides & Equipment*，1（1）：16－22.［高锦亚，曾益良，1995. N-甲基一元、二元取代烷基苯基氨基甲酸酯化合物对家蝇的毒力. 中华卫生杀虫药械，1（1）：16－22］

Kang L，1996. Ecology and Sustainable Control of Serpentine Leafminer. Beijing：Science Press. 1－13.［康乐，1996. 斑潜蝇的生态学与持续控制. 北京：科学出版社. 1－13］

Leibee G L，1988. Toxicity of abamectin to *Liriomyza trifolii*（Burgese）（Diptera：Agromyzidae）. *J. Econ. Entomol*.，81（2）：738－740.

Ma A Q，Hu M Y，Zhong G H，2000. The action mechanism of avermectins and the advance of the investigation of resistance of some pest insects to them. In：Li D M ed. A Symposium of China Entomology Society. Beijing：Science & Technology Press. 401－405.［马安勤，胡美英，钟国华，2000. Avermectins 类作用机理及抗性研究进展. 见：李典谟 主编. 中国昆虫学会 2000 年学术年会论集. 北京：科学技术出版社. 401－405］

Wang F X，Zhao S Q，Li Y J，Song J K，1998. The control effect of 14 insecticides to *Liriomyza sativae* Blanchard. *Plant Quanantine*，12（6）：326－329.［王福祥，赵守岐，李永坚，宋健科，1998. 14 种农药对美洲斑潜蝇的防治效果. 植物检疫，12（6）：326－329］

Yan B L，Zeng Y L，Ren L K，Wang T S，Xie L H，2001. Synthesis of N-methyl substituted phenyl carbamates and their activities to housesfly. *Acta. Entomol. Sin*.，44（4）：439－446.［严炳丽，曾益良，任连奎，王同顺，解立华，2001. N-甲基取代苯基氨基甲酸酯的系列合成及其对家蝇的生物活性. 昆虫学报，44（4）：439－446］

Zeng Y L，Kang L，Qin X W，Ren L K，Song J K，2001. Efficacy of pyrethroid insecticide to *Liriomyza sativae* Blandchard（Diptera：Agromyzidae）. *Pesticide*，40（4）：23－24.［曾益良，康乐，秦小薇，任连奎，宋健科，2001. 拟除虫菊酯类杀虫剂对美洲斑潜蝇的防治效果. 农药，40（4）：23－24］

Zeng Y L，Li X Z，Ren L K，1995. Chemical structure and biological toxicity：synthesis of some N-methyl substituted carbamates and their toxic-

ities to the cotton bollworm. *Sinozoologia*, 11: 57 – 68.［曾益良，李秀珍，任连奎，1995. 化学结构与生物活性：某些N-甲基氨基甲酸酯的合成及对棉铃虫的毒力研究. 动物学集刊，11: 57 – 68］

Zeng Y L, Ren L K, He F Q, Li X Z, 1995. Investigation of toxicity of some N-methyl carbamates to the cotton aphid. *Sinozoologia*, 12: 75 – 83.［曾益良，任连奎，何凤琴，李秀珍，1995. 某些N-甲基氨基甲酸酯对棉蚜的毒力研究. 动物学集刊，12: 75 – 83］